

30 DEC 2004

10/519488

PCT/JP03/08336

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

01.07.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2002年 7月 2日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2002-192815  
[ST. 10/C]: [JP2002-192815]

出 願 人  
Applicant(s): 株式会社山武

REC'D 15 AUG 2003

WIPO PCT

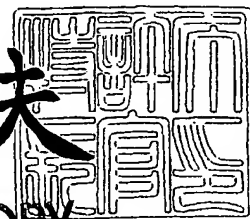
PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 7月31日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫

BEST AVAILABLE COPY



出証番号 出証特2003-3060986

【書類名】 特許願

【整理番号】 20020094

【提出日】 平成14年 7月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G05B 17/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会社 山武  
内

【氏名】 加藤 誠司

【特許出願人】

【識別番号】 000006666

【氏名又は名称】 株式会社 山武

【代理人】

【識別番号】 100095072

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡田 光由

【電話番号】 03-3807-1818

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012944

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9722522

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 制御対象モデル生成方法、制御パラメータ調整方法、制御対象モデル生成プログラムおよび制御パラメータ調整プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 制御対象のモデルを生成する制御対象モデル生成方法であって、

制御対象へ与えられた操作量の時系列データと、それに応じて制御対象から出力された制御量の時系列データとを取得する過程と、

予め想定したある伝達関数を処理対象として、上記取得した操作量の時系列データを該伝達関数に入力するときに該伝達関数から出力される値の時系列データを得て、その出力値の時系列データとこれに対応する上記取得した制御量の時系列データとの誤差あるいはそれから導出される値が最適になるようにと、該伝達関数の持つ 1 つ又は複数のパラメータを同定することで、制御対象のモデルを生成する過程とを備えることを、

特徴とする制御対象モデル生成方法。

【請求項 2】 制御対象のモデルを生成する制御対象モデル生成方法であって、

制御対象へ与えられた操作量の時系列データと、それに応じて制御対象から出力された制御量の時系列データとを取得する過程と、

予め想定した複数の伝達関数のそれぞれを処理対象として、上記取得した操作量の時系列データを該伝達関数に入力するときに該伝達関数から出力される値の時系列データを得て、その出力値の時系列データとこれに対応する上記取得した制御量の時系列データとの誤差あるいはそれから導出される値が最適になるようにと、該伝達関数の持つ 1 つ又は複数のパラメータを同定する過程と、

上記同定を完了するときに得られた上記誤差あるいはそれから導出される値に従って、上記同定したパラメータを持つ複数の伝達関数の中から、制御対象のモデルとして最適なものを選択する過程とを備えることを、

特徴とする制御対象モデル生成方法。

【請求項 3】 制御器の持つ制御パラメータを調整する制御パラメータ調整

方法であって、

請求項 1 又は 2 記載の制御対象モデル生成方法に従って、制御対象のモデルを生成する過程と、

上記制御器の制御アルゴリズムを調整対象として、該制御アルゴリズムの持つ制御パラメータを調整する過程と、

上記制御対象モデルと上記制御アルゴリズムとを使って、上記調整した制御パラメータを持つ上記制御器が制御対象を制御するときの状態をシミュレーションすることで、制御目標量、操作量及び制御量の間の関係を示すデータを作成して、それを出力する過程とを備えることを、

特徴とする制御パラメータ調整方法。

【請求項 4】 請求項 1 又は 2 記載の制御対象モデル生成方法の実現に用いられる処理をコンピュータに実行させるための制御対象モデル生成プログラム。

【請求項 5】 請求項 3 記載の制御パラメータ調整方法の実現に用いられる処理をコンピュータに実行させるための制御パラメータ調整プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、制御対象のモデルを生成する制御対象モデル生成方法と、その制御対象モデル生成方法により生成される制御対象モデルを使って、制御器の持つ制御パラメータを調整する制御パラメータ調整方法と、その制御対象モデル生成方法の実現に用いられる制御対象モデル生成プログラムと、その制御パラメータ調整方法の実現に用いられる制御パラメータ調整プログラムとに関する。

【0002】

【従来の技術】

制御対象となるプロセスをコントロールする温調計などの制御器を実装する場合には、その制御器の持つ P I D などの制御パラメータを適切なものに調整していく必要がある。

【0003】

従来では、制御器の持つ制御パラメータを調整する場合、実際に制御対象を制

御器で制御するという構成を採って、作業者が経験とノウハウとを使って制御パラメータを色々と調整してみて、そのときに制御器から与えられる操作量に応答して制御対象が出力する制御量の動きを得て、それを制御目標量と比較することを繰り返していくことで、最適な制御パラメータを決定していくという方法を用いている。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、このような従来技術に従っていると、制御対象によっては制御量が得られるまでに数時間もかかる場合があることで、制御パラメータの調整に多大な労力と調整コストとを強いられるという問題がある。

#### 【0005】

この問題を解決するために、制御対象のモデルを作成し、シミュレーションにより制御器の持つ制御パラメータを決定して、それを制御器に設定していくという方法を用いることが考えられる。

#### 【0006】

これまでに、制御対象をモデリングする手法が提案されているので、それを使って制御対象のモデルを作成し、シミュレーションにより制御器の持つ制御パラメータを決定して、それを制御器に設定していくという方法を用いることが考えられるのである。

#### 【0007】

しかしながら、これまでに試みられている制御対象のモデリング手法は、逐次最小2乗法などを利用した線形代数理論に立脚した手法であり、制御対象の次数の探索まで含む厳密なモデリングを目的とする場合には有効な手法であるものの、誰でもが用いることができるというようなものではない。

#### 【0008】

このように、従来技術に従っていると、制御パラメータの調整や制御対象のモデリング手法に精通した作業家でないと制御器の持つ制御パラメータを調整できないとともに、そのような作業家であっても、制御器の持つ制御パラメータを簡単に調整できないという問題がある。

## 【0009】

本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、制御対象のモデルを自動生成することを可能にすることで、直ちに制御対象の出力する制御量が得られるようにし、これにより、制御パラメータを変更したときの制御状態を直ちに知ることができるようになることで、制御パラメータの調整に精通した作業者でなくとも、制御器の持つ制御パラメータを簡単に調整できるようにする新たな制御パラメータ調整技術の提供を目的とする。

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

この目的を達成するために、本発明の制御パラメータ調整方法は、先ず最初に、本発明の制御対象モデル生成方法によって制御対象のモデルを生成し、続いて、その生成した制御対象モデルを使って、制御器の持つ制御パラメータを調整する処理を行う。

## 【0011】

本発明の制御パラメータ調整方法を実現すべく用意される本発明の制御対象モデル生成方法は、①制御対象へ与えられた操作量の時系列データと、それに応じて制御対象から出力された制御量の時系列データとを取得する過程と、②予め想定したある伝達関数を処理対象として、取得した操作量の時系列データをその伝達関数に入力するときにその伝達関数から出力される値の時系列データを得て、その出力値の時系列データとこれに対応する取得した制御量の時系列データとの誤差あるいはそれから導出される値が最適になるようにと、その伝達関数の持つ1つ又は複数のパラメータを同定することで、制御対象のモデルを生成する過程とを備えるように構成する。

## 【0012】

このとき、複数の伝達関数を想定して、それらの伝達関数のそれぞれを処理対象として、伝達関数の持つパラメータの同定処理を行うようにする構成を採って、その同定を完了するときに得られた誤差（あるいはそれから導出される値）に従って、同定したパラメータを持つ複数の伝達関数の中から、制御対象のモデルとして最適なものを選択する過程を備えることがある。

## 【0013】

以上の各処理過程はコンピュータプログラムで実現できるものであり、このコンピュータプログラムは、半導体メモリなどの記録媒体に記録して提供することができる。

## 【0014】

このように構成される本発明の制御対象モデル生成方法では、制御対象モデルの数学的モデルとして、ある伝達関数（1つ又は複数のパラメータを持つ）を想定して、制御対象へ与えられた操作量（MV）の時系列データと、それに応じて制御対象から出力された制御量（PV）の時系列データとを使って、Powell 法などのような最適化手法を用いて、その伝達関数の持つパラメータを同定することで、制御対象モデル（PV/MVの伝達特性を持つ）を生成するように処理する。

## 【0015】

ここで、制御対象の伝達特性については、その多くが「1次遅れ+むだ時間」の伝達特性を持つもので近似できるものと考えられるが、制御対象によっては、「2次遅れ+むだ時間」の伝達特性を持つもので近似する方がより適切である場合も考えられるし、あるいは、「積分+1次遅れ+むだ時間」の伝達特性を持つもので近似する方がより適切である場合も考えられる。

## 【0016】

そこで、本発明の制御対象モデル生成方法では、このような場合を考慮して、複数の伝達関数を想定して、それらの伝達関数のそれぞれを処理対象として、伝達関数の持つパラメータの同定処理を行うようにして、その同定を完了するときに得られた誤差（あるいはそれから導出される値）に従って、同定したパラメータを持つ複数の伝達関数の中から、制御対象のモデルとして最適なものを選択するように処理する。

## 【0017】

このようにして、本発明の制御対象モデル生成方法によれば、制御対象へ与えられた操作量の時系列データと、それに応じて制御対象から出力された制御量の時系列データとが得られれば、専門的な考察や作業を一切要求されずに制御対象

のモデルを自動的に生成できるようになる。

【0018】

そして、本発明の制御対象モデル生成方法によれば、複数の伝達関数を想定することで、さらに高精度のモデリングを実現する制御対象モデルを自動的に生成できるようになる。

【0019】

プロセス制御分野で必要とされる制御対象モデリングの主な目的は、制御器の実装する制御アルゴリズム（制御方式の数学的モデル）が持つ制御パラメータを適切に調整できるようにすることであり、現場で制御パラメータを調整する場合には、厳密なモデリングによる専門的な調整手法よりも、誰でも簡単に調整が行えて概ね良好な制御結果が得られる調整手法が望まれており、本発明の制御対象モデル生成方法は、そのような期待に応えることができる制御対象のモデリング手法を提供するものである。

【0020】

一方、本発明の制御パラメータ調整方法は、①本発明の制御対象モデル生成方法に従って、制御対象のモデルを生成する過程と、②制御器の制御アルゴリズムを調整対象として、その制御アルゴリズムの持つ制御パラメータを調整する過程と、③生成した制御対象モデルと、調整した制御パラメータを持つ制御器の制御アルゴリズムとを使って、調整した制御パラメータを持つ制御器が制御対象を制御するときの状態をシミュレーションすることで、制御目標量、操作量及び制御量の間の関係を示すデータを作成して、それを出力する過程とを備えるように構成する。

【0021】

以上の各処理過程はコンピュータプログラムで実現できるものであり、このコンピュータプログラムは、半導体メモリなどの記録媒体に記録して提供することができる。

【0022】

このように構成される本発明の制御パラメータ調整方法では、本発明の制御対象モデル生成方法に従って制御対象のモデルを生成すると、例えば対話処理に従



って、制御器の制御アルゴリズムの持つ制御パラメータを調整することで、制御器の操作量算出機能（制御目標量と制御量とから操作量を算出する機能）を特定の特性のものとして得て、これにより、調整した制御パラメータを持つ制御器が制御対象を制御するときの状態をシミュレーションすることで、制御対象モデルへ入力される操作量と、制御対象モデルから出力される操作量と、制御目標量との間の関係を示すデータを作成して、それを出力するように処理する。

### 【0023】

このようにして、本発明の制御パラメータ調整方法によれば、本発明の制御対象モデル生成方法により生成された制御対象モデルを使うことで、作業者は制御器の持つ制御パラメータを色々と調整するときに、どのような制御が行えるのかを直ちに知ることができるようになることから、制御パラメータの調整に精通しない作業者でも制御パラメータを簡単に調整できるようになる。

### 【0024】

#### 【発明の実施の形態】

以下、実施の形態に従って本発明を詳細に説明する。

### 【0025】

図1に、本発明の一実施形態例を図示する。

### 【0026】

図中、1は例えばPID制御を行う制御器、2は炉などのような制御対象、3は制御器1の実装する制御アルゴリズムが持つ制御パラメータ（PID値など）を設定する本発明を具備するコンピュータである。

### 【0027】

本発明を具備するコンピュータ3は、例えば携帯用コンピュータで構成されて、本発明を実現するために、制御データを収集する制御データ収集部30と、制御データ収集部30の収集した制御データを格納する制御データ格納部31と、予めある伝達関数を想定して、制御データ格納部31に格納される制御データを使って、制御対象2のモデルとなる制御対象モデル33を生成する制御対象モデル生成部32と、制御器1の実装する制御アルゴリズムをシミュレーションする機能（制御器1の制御アルゴリズム）を有して、そのシミュレーション機能と制

御対象モデル 33 とを使って、制御器 1 の実行する制御動作をシミュレーションすることで制御器 1 に設定する制御パラメータを決定する制御器シミュレーション部 34 と、ディスプレイやキーボードなどを有して、作業者との対話処理を実行する入出力部 35 とを備える。

#### 【0028】

ここで、制御データ収集部 30、制御対象モデル生成部 32 および制御器シミュレーション部 34 は、例えばプログラムで構成されることになる。

#### 【0029】

図 2 に、制御データ収集部 30 の実行する処理フローの一実施形態例を図示し、図 3 に、制御対象モデル生成部 32 の実行する処理フローの一実施形態例を図示し、図 4 に、制御器シミュレーション部 34 の実行する処理フローの一実施形態例を図示する。

#### 【0030】

次に、これらの処理フローに従って、本発明を具備するコンピュータ 3 の実行する処理について詳細に説明する。先ず最初に、制御データ収集部 30 の実行する処理について説明する。

#### 【0031】

制御データ収集部 30 は、作業者から制御データの収集要求が発行されると、図 2 の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ 10 で、例えば対話処理に従って、制御データの収集周期  $\Delta t$  (例えば 1 秒) を設定する。続いて、ステップ 11 で、変数  $i$  に 1 をセットし、続くステップ 12 で、タイマの計時値を 0 にクリアする。

#### 【0032】

続いて、ステップ 13 で、タイマの計時値が " $i \times \Delta t$ " に到達するのを待つて、タイマの計時値が " $i \times \Delta t$ " に到達することを判断するとき、すなわち、制御データの収集周期に到達することを判断するときには、ステップ 14 に進んで、制御対象 2 に与えられる操作量と、それに応じて制御対象 2 から出力される制御量との対データを収集して、制御データ格納部 31 に格納する。

#### 【0033】

このとき、制御対象 2 については、制御器 1 により制御されている状態にあってもよいし、制御されていない状態（例えば、制御器 1 が手動モードに設定されていて、作業者が制御器 1 を介して順次適当な操作量を制御対象 2 に与えているような状態）にあってもよい。

#### 【0034】

続いて、ステップ 15 で、変数  $i$  の値を 1 つインクリメントし、続くステップ 16 で、変数  $i$  の値が予め設定されている最大値を超えたのか否かを判断して、最大値を超えてないことを判断するときには、ステップ 13 に戻り、最大値を超えたことを判断するときには、処理を終了する。

#### 【0035】

このようにして、制御データ収集部 30 は、図 5 に示すように、制御対象 2 へ与えられた操作量の時系列データと、それに応じて制御対象 2 から出力された制御量の時系列データとを収集して、それを制御データ格納部 31 に格納するように処理するのである。

#### 【0036】

次に、制御対象モデル生成部 32 の実行する処理について説明する。

#### 【0037】

制御対象モデル生成部 32 は、予めある伝達関数を想定して、制御データ格納部 31 に格納されている制御データを使って、制御対象 2 のモデルとなる制御対象モデル 33 を生成する処理を行うことになる。

#### 【0038】

このときに想定する伝達関数としては、例えば「1 次遅れ+むだ時間」の伝達特性を持つ下記に示す数式（以下、数式 1 と称することがある）を用いることができる。

#### 【0039】

##### 【数 1】

$$G(s) = \frac{Kp \cdot e^{-Lp \cdot s}}{(1 + T_1 \cdot s)}$$

## 【0040】

ここで、 $K_p$  はゲインを示し、 $L_p$  はむだ時間を示し、 $T_1$  は時定数を示している。

## 【0041】

このとき、 $x = (K_p, T_1, L_p)$  とすると、伝達関数の出力する制御量  $PV_m(x)$  は、

$$PV_m(x) = G(x) \cdot MV + PV_{offset}$$

となる。

## 【0042】

制御対象モデル生成部 32 は、作業員から制御対象モデル 33 の生成要求が発行されると、図 3 の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ 20 で、制御データ格納部 31 に格納されている制御データを取得し、続くステップ 21 で、予め想定した伝達関数のパラメータ  $x$  に適当な初期値を設定する。例えば、ランダムに発生した値を初期値として設定するのである。

## 【0043】

続いて、ステップ 22 で、取得した制御データを構成する操作量の時系列データを伝達関数への入力として、そのときに伝達関数から出力される制御量の時系列データを得て、そのようにして得た制御量の時系列データと、取得した制御データを構成する制御量の時系列データとの誤差を算出する。

## 【0044】

例えば下記に示す算出式（以下、数式 2 と称することがある）に従って、両者の制御量の差分絶対値の総和を算出して、その平均値を算出することで、誤差を算出するのである。

## 【0045】

## 【数 2】

$$E(x) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n |PV_i - PV_{m_i}(x)|$$

## 【0046】

ここで、 $PV_i$  は  $i$  番目の制御量を示し、 $PV_{mi}(x)$  は伝達関数の  $i$  番目の出力値を示し、 $n$  は時系列データ数を示している。

【0047】

ここでは、数式2に従って誤差を算出するようにしているが、平均値を算出するのではなくて、2乗総和を算出するなど別の算出式を用いることができることは言うまでもない。

【0048】

続いて、ステップ23で、この算出した誤差が規定値以下になったのか否かを判断して、規定値以下になっていないことを判断するときには、ステップ24に進んで、例えばPowell法の最適解探索アルゴリズムに従って、上述した誤差が小さくなる方向に進む伝達関数のパラメータ  $x$  を算出して、それに従って、伝達関数のパラメータ  $x$  を変更してから、ステップ22に戻る。

【0049】

そして、ステップ22～ステップ24の処理を繰り返していくことで、ステップ23で、上述した誤差が規定以下になったことを判断するときには、伝達関数のパラメータの同定を完了したことを判断して、ステップ25に進んで、その同定したパラメータを持つ伝達関数を制御対象2のモデルとして出力することで、制御対象モデル33の生成を終了する。

【0050】

このようにして、制御対象モデル生成部32は、予めある伝達関数を想定して、例えばPowell法の最適解探索アルゴリズムに従って、制御データ格納部31に格納される制御データを使って、その伝達関数のパラメータを同定することで、制御対象2のモデルとなる制御対象モデル33を生成するように処理するのである。

【0051】

これにより、伝達関数のパラメータの同定処理の開始時には、図6に示すように、伝達関数から出力される制御量の時系列データ（図中の①）と、制御データ格納部31から取得した制御量の時系列データ（図中の②）との間に大きな違いがあったものが、その同定処理を完了するときには、図7に示すように、両者の

時系列データはほぼ一致するようになり、これにより、高精度のモデリングを実現する制御対象モデル 33 を生成できるようになる。

#### 【0052】

ここで、図 6 及び図 7 に示す表示画面は、制御対象モデル生成部 32 が作業者への通知用に入出力部 35 の持つディスプレイに表示するものであり、図中に示す③は伝達関数に入力する操作量の時系列データを示している。

#### 【0053】

次に、制御器シミュレーション部 34 の実行する処理について説明する。

#### 【0054】

制御器シミュレーション部 34 は、作業者から制御器 1 への制御パラメータの設定要求が発行されると、図 4 の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ 30 で、例えば対話処理に従って、制御目標量 (SP) を設定する。

#### 【0055】

続いて、ステップ 31 で、例えば対話処理に従って、制御器 1 の実装する制御アルゴリズムが持つ制御パラメータの値 (制御器 1 の制御アルゴリズム上での値) を設定する。制御器 1 の実装する制御アルゴリズムが持つ制御パラメータが PID である場合には、PID の値を設定するのである。

#### 【0056】

続いて、ステップ 32 で、作業者からシミュレーションの開始指示が発行されるのを待って、シミュレーションの開始指示が発行されると、ステップ 33 に進んで、経過時間を表す変数  $t$  に 0 をセットする。

#### 【0057】

続いて、ステップ 34 で、制御対象モデル 33 から出力される制御量 (PV) を取得し、続くステップ 35 で、その取得した制御量と設定した制御目標量とから、制御器 1 の実装する制御アルゴリズムをシミュレーションすることで操作量 (MV) を決定する。

#### 【0058】

続いて、ステップ 36 で、その決定した操作量を制御対象モデル 33 に入力する。続いて、ステップ 37 で、変数  $t$  の値を 1 つインクリメントし、続くステッ

プ 38 で、変数  $t$  の値が予め設定されている最大値を超えたのか否かを判断する。

#### 【0059】

この判断処理に従って、変数  $t$  の値が最大値を超えていないことを判断するときには、ステップ 34 に戻り、変数  $t$  の値が最大値を超えたことを判断するときには、ステップ 39 に進んで、設定した制御目標量と、制御対象モデル 33 に入力した操作量の時系列データと、その操作量の入力に応答して制御対象モデル 33 から出力された制御量の時系列データとを、入出力部 35 の持つディスプレイに出力する。

#### 【0060】

例えば図 8 に示すように、設定した制御目標量（図中の②）と、制御対象モデル 33 に入力した操作量の時系列データ（図中の③）と、その操作量の入力に回答して制御対象モデル 33 から出力された制御量の時系列データ（図中の①）とを、入出力部 35 の持つディスプレイに出力するのである。

#### 【0061】

なお、図 8 では、「 $P=1.0$ ， $I=7.0$ ， $D=2.0$ 」という制御パラメータの値が設定されているときの制御状態データを示している。

#### 【0062】

続いて、ステップ 40 で、作業員からシミュレーションの終了指示が発行されたのか否かを判断する。

#### 【0063】

ステップ 31 で設定した制御パラメータが適切なものになることで、例えば図 9 に示すように、ステップ 39 でディスプレイに出力する出力データが好ましい制御状態にあることを示しているときには、作業員はシミュレーションの終了指示を発行するので、このステップ 40 では、ディスプレイに出力した出力データに回答して、作業員からシミュレーションの終了指示が発行されたのか否かを判断するのである。

#### 【0064】

なお、図 9 では、「 $P=4.0$ ， $I=32.0$ ， $D=8.0$ 」という制御パラメータ

の値が設定されているときの制御状態データを示している。

#### 【0065】

ステップ40で、シミュレーションの終了指示が発行されないことを判断するときには、新たな制御パラメータに対しての処理を行うべくステップ31に戻り、シミュレーションの終了指示が発行されたことを判断するときには、ステップ41に進んで、最終設定した制御パラメータを制御器1に設定する制御パラメータであると決定して、それを制御器1に設定して、処理を終了する。

#### 【0066】

このようにして、制御器シミュレーション部34は、制御対象モデル33を使って、制御器1の実行する制御動作をシミュレーションし、それを作業者に提示することで制御器1に設定する制御パラメータを決定して、それを制御器1に設定するように処理するのである。

#### 【0067】

以上に説明した実施形態例では、制御対象モデル33の生成元となる伝達関数として、ある1つの伝達関数（例えば、上述の数式1の伝達特性を持つ伝達関数）を想定するという構成を用いたが、複数の伝達関数を想定して、その中から最も適切な伝達関数を選択するという構成を用いることも可能である。

#### 【0068】

例えば、制御対象モデル33の生成元となる伝達関数として、上述の数式1の伝達特性を持つ伝達関数の他に、「2次遅れ+むだ時間」の伝達特性を持つ下記に示す数式（〔数3〕式のもの）と、「積分+むだ時間」の伝達特性を持つ下記に示す数式（〔数4〕式のもの）とを想定して、その中から最も適切な伝達関数を選択するという構成を用いることも可能である。

#### 【0069】

##### 【数3】

$$G(s) = \frac{Kp \cdot e^{-Lp \cdot s}}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

#### 【0070】



## 【数 4】

$$G(s) = \frac{Kp \cdot e^{-Lp \cdot s}}{s}$$

## 【0071】

この構成を用いる場合には、制御対象モデル生成部 32 は、図 10 に示す処理フローに従って、制御対象モデルを生成するように処理することになる。

## 【0072】

すなわち、この構成を用いる場合には、制御対象モデル生成部 32 は、作業員から制御対象モデル 33 の生成要求が発行されると、図 10 の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ 50 で、制御データ格納部 31 に格納されている制御データを取得する。

## 【0073】

続いて、ステップ 51 で、予め想定した全ての伝達関数について処理を終了したのか否かを判断して、未処理の伝達関数が残されていることを判断するときには、ステップ 52 に進んで、未処理の伝達関数の中から、処理対象となる伝達関数を 1 つ選択し、続くステップ 53 で、その選択した伝達関数のパラメータ  $x$  に適当な初期値を設定する。

## 【0074】

続いて、ステップ 54 で、取得した制御データを構成する操作量の時系列データを選択した伝達関数への入力として、そのときに選択した伝達関数から出力される制御量の時系列データを得て、そのようにして得た制御量の時系列データと、取得した制御データを構成する制御量の時系列データとの誤差を、例えば上述の数式 2 に従って算出する。

## 【0075】

続いて、ステップ 55 で、この算出した誤差が規定値以下になったのか否かを判断して、規定値以下になっていないことを判断するときには、ステップ 56 に進んで、例えば Powell 法の最適解探索アルゴリズムに従って、上述した誤差が小さくなる方向に進む伝達関数のパラメータ  $x$  を算出して、それに従って、伝達

関数のパラメータ  $x$  を変更してから、ステップ 54 に戻る。

【0076】

そして、ステップ 54～ステップ 56 の処理を繰り返していくことで、ステップ 55 で、上述した誤差が規定以下になったことを判断するときには、ステップ 51 に戻ることで、次の伝達関数に対しての処理に入る。

【0077】

そして、ステップ 51～ステップ 56 の処理を繰り返していくことで、ステップ 51 で、予め想定した全ての伝達関数について処理を終了したことを判断すると、ステップ 57 に進んで、各伝達関数についてステップ 54 で得た最終誤差を比較することで、最終誤差が最も小さなものとなる伝達関数を特定し、続くステップ 58 で、その特定した伝達関数を制御対象 2 のモデルとして出力することで、制御対象モデル 33 の生成を終了する。

【0078】

このようにして、制御器シミュレーション部 34 は、図 10 の処理フローに従う場合には、制御対象モデル 33 の生成元となる複数の伝達関数を想定して、その中から最も適切な伝達関数を選択することで、高精度のモデリングを実現する制御対象モデル 33 を生成するように処理するのである。

【0079】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の制御対象モデル生成方法によれば、制御対象へ与えられた操作量の時系列データと、それに応じて制御対象から出力された制御量の時系列データとが得られれば、専門的な考察や作業を一切要求されずに制御対象のモデルを自動的に生成できるようになる。

【0080】

そして、本発明の制御対象モデル生成方法によれば、複数の伝達関数を想定することで、さらに高精度のモデリングを実現する制御対象モデルを自動的に生成できるようになる。

【0081】

また、本発明の制御パラメータ調整方法によれば、本発明の制御対象モデル生

成方法により生成された制御対象モデルを使うことで、作業者は制御器の持つ制御パラメータを色々と調整するときに、どのような制御が行えるのかを直ちに知ることができるようになることから、制御パラメータの調整に精通しない作業者でも制御パラメータを簡単に調整できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態例である。

【図 2】

制御データ収集部の実行する処理フローの一実施形態例である。

【図 3】

制御対象モデル生成部の実行する処理フローの一実施形態例である。

【図 4】

制御器シミュレーション部の実行する処理フローの一実施形態例である。

【図 5】

制御データ収集部の収集する制御データの説明図である。

【図 6】

制御対象モデル生成部の表示する画面の説明図である。

【図 7】

制御対象モデル生成部の表示する画面の説明図である。

【図 8】

制御器シミュレーション部の表示する画面の説明図である。

【図 9】

制御器シミュレーション部の表示する画面の説明図である。

【図 10】

制御対象モデル生成部の実行する処理フローの他の実施形態例である。

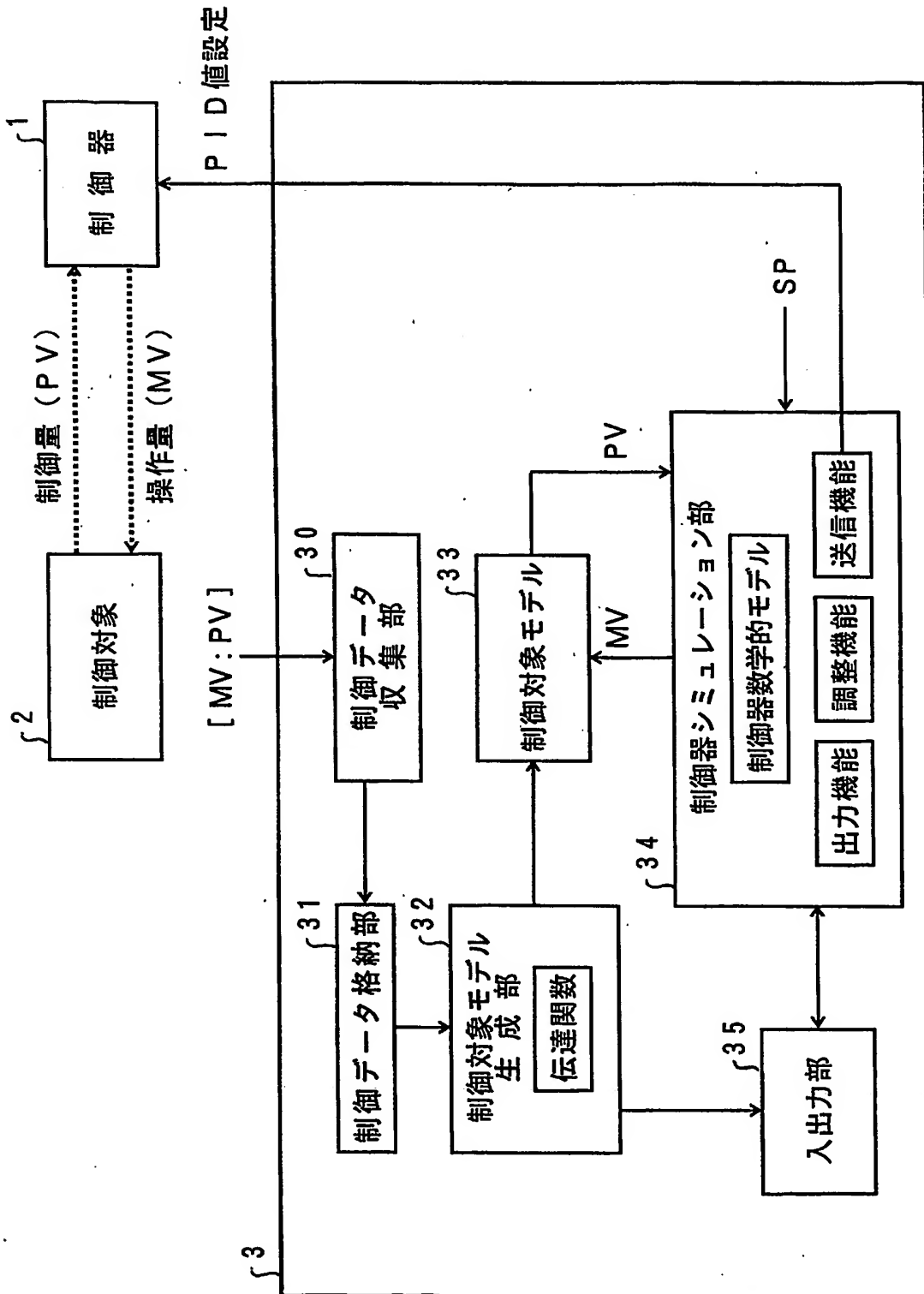
【符号の説明】

- 1 制御器
- 2 制御対象
- 3 コンピュータ

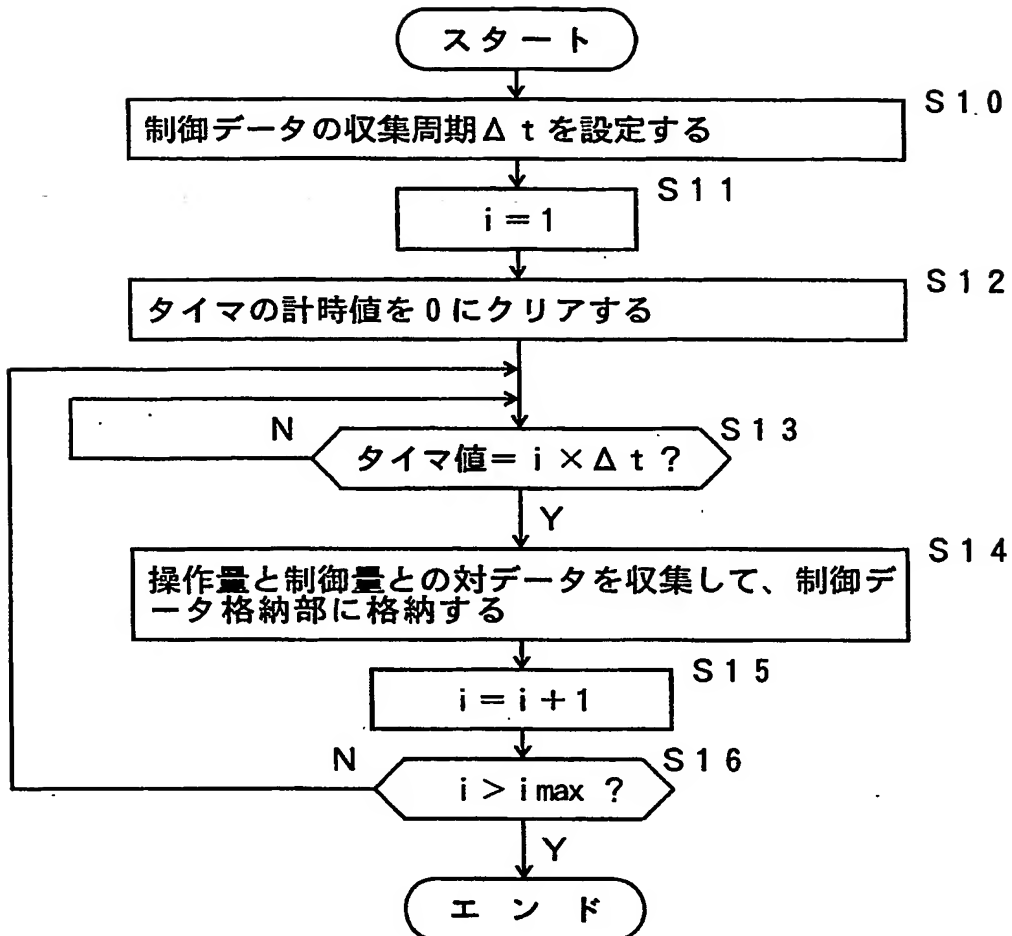
- 3 0 制御データ収集部
- 3 1 制御データ格納部
- 3 2 制御対象モデル生成部
- 3 3 制御対象モデル
- 3 4 制御器シミュレーション部
- 3 5 入出力部

【書類名】 図面

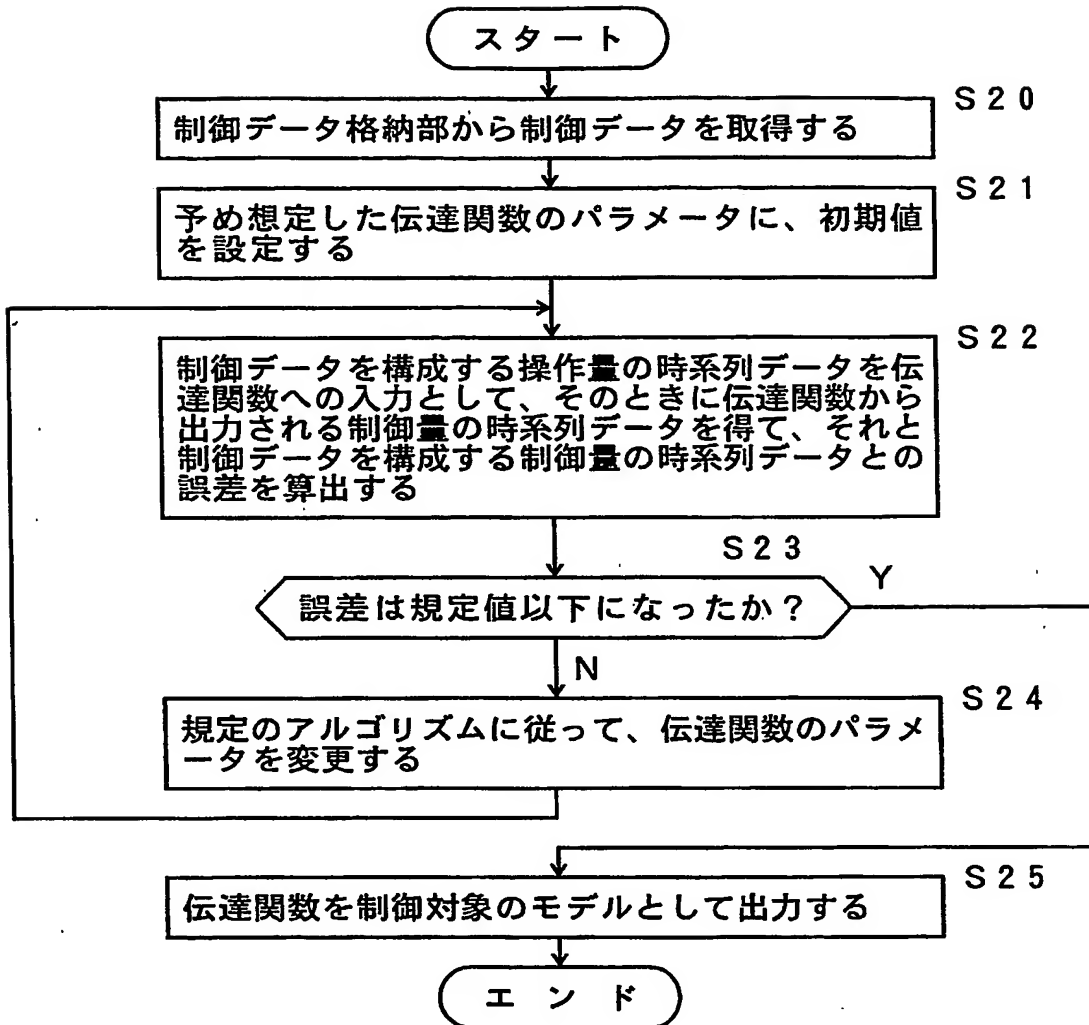
【図 1】



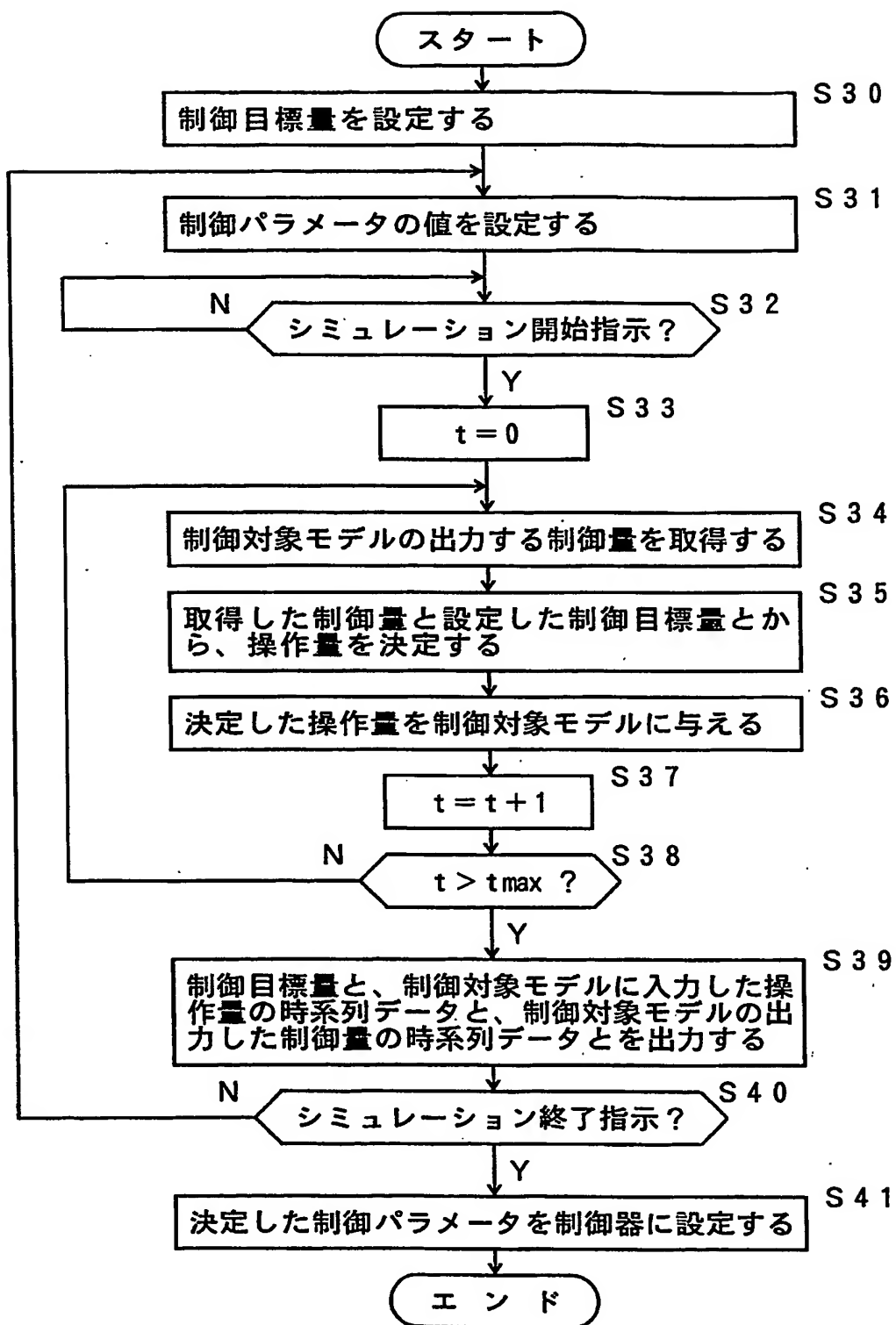
【図 2】



【図 3】



【図 4】

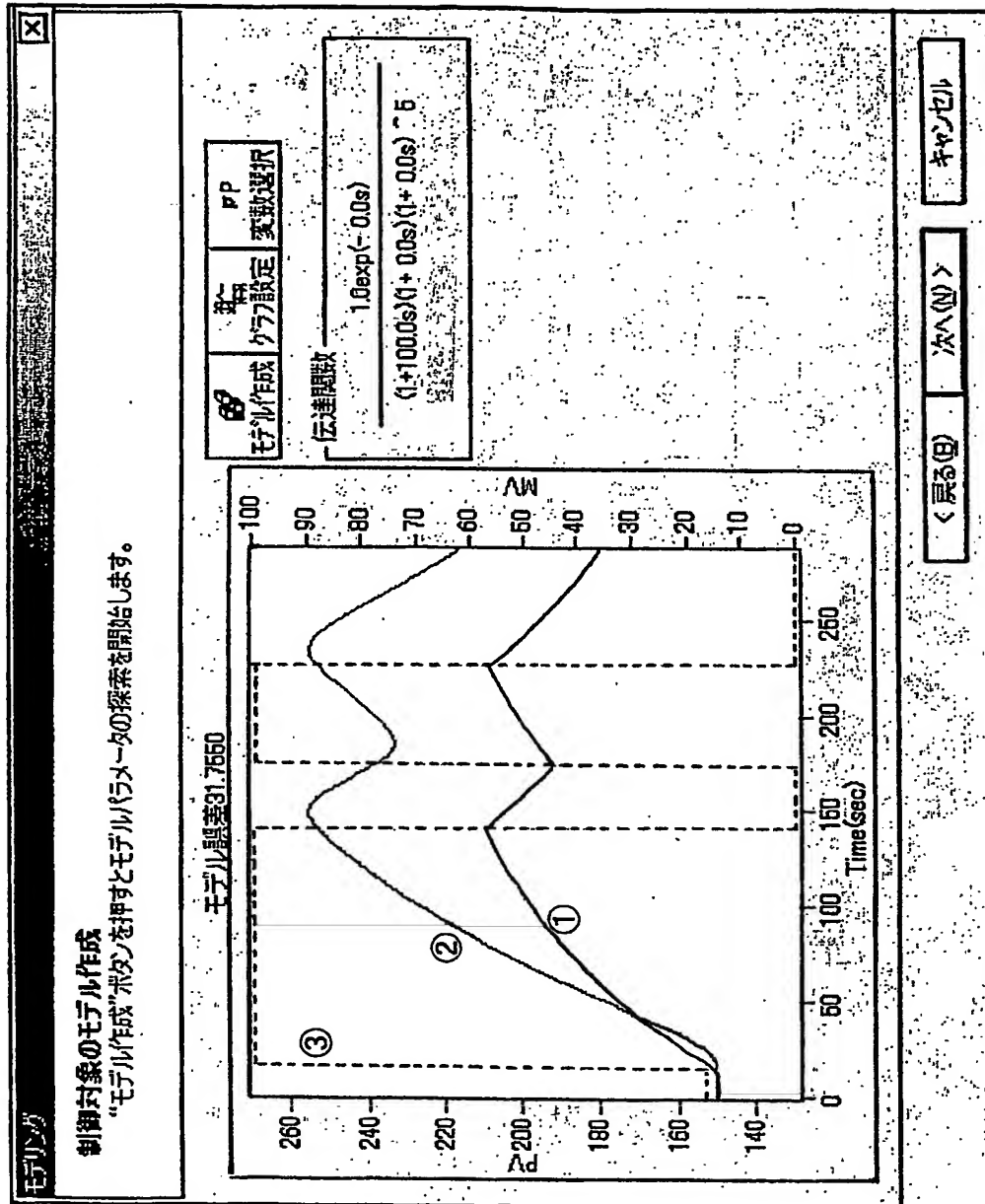




【図 5】

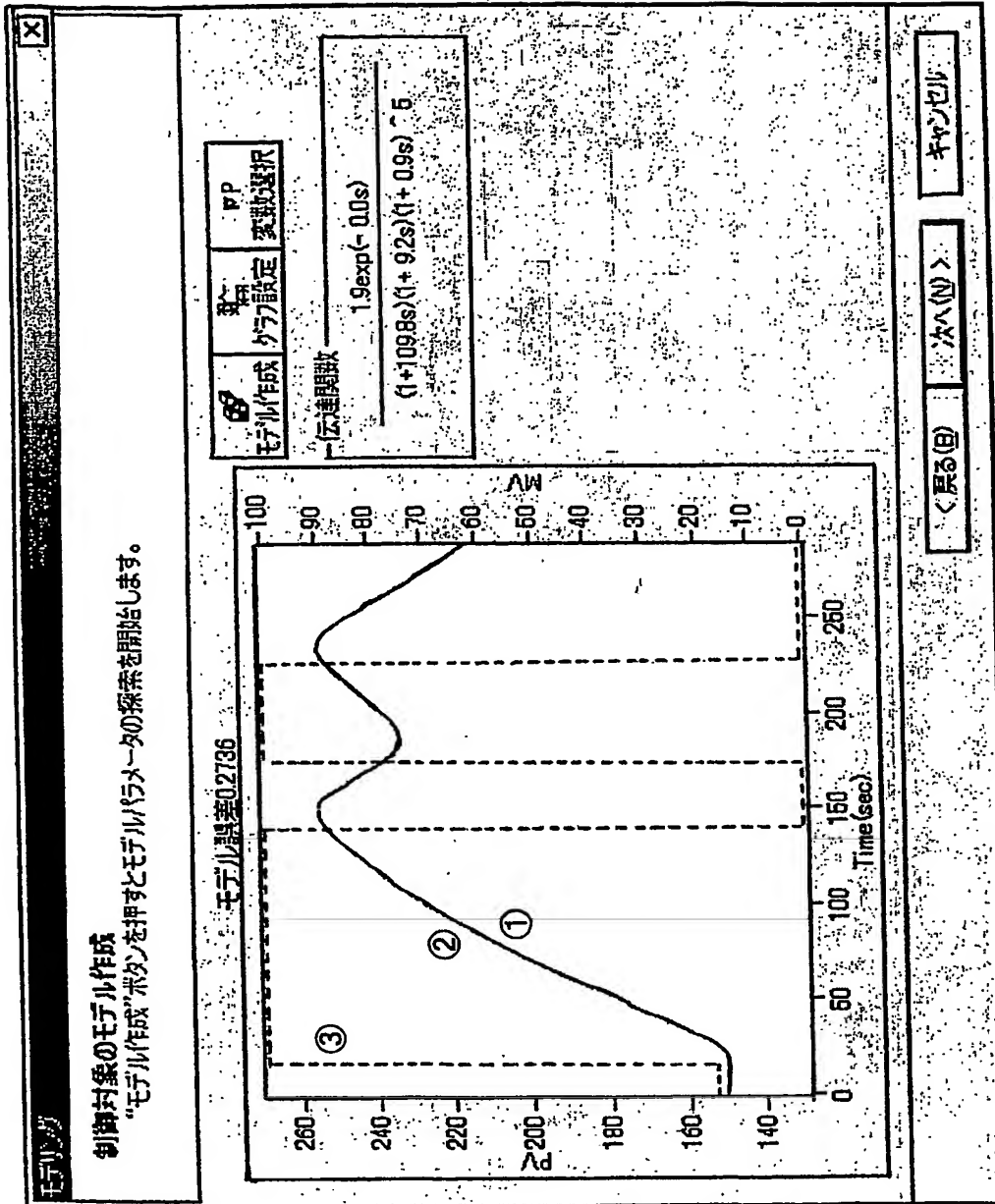
制御データ ( $\Delta t = 1$ )		
番 号	PV	MV
1	150.5	16.8
2	150.5	16.8
3	150.5	16.8
4	150.5	16.8
5	150.5	16.8
6	150.5	16.8
7	150.5	100
8	150.5	100
9	150.5	100
10	150.6	100
11	150.8	100
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.

【図 6】



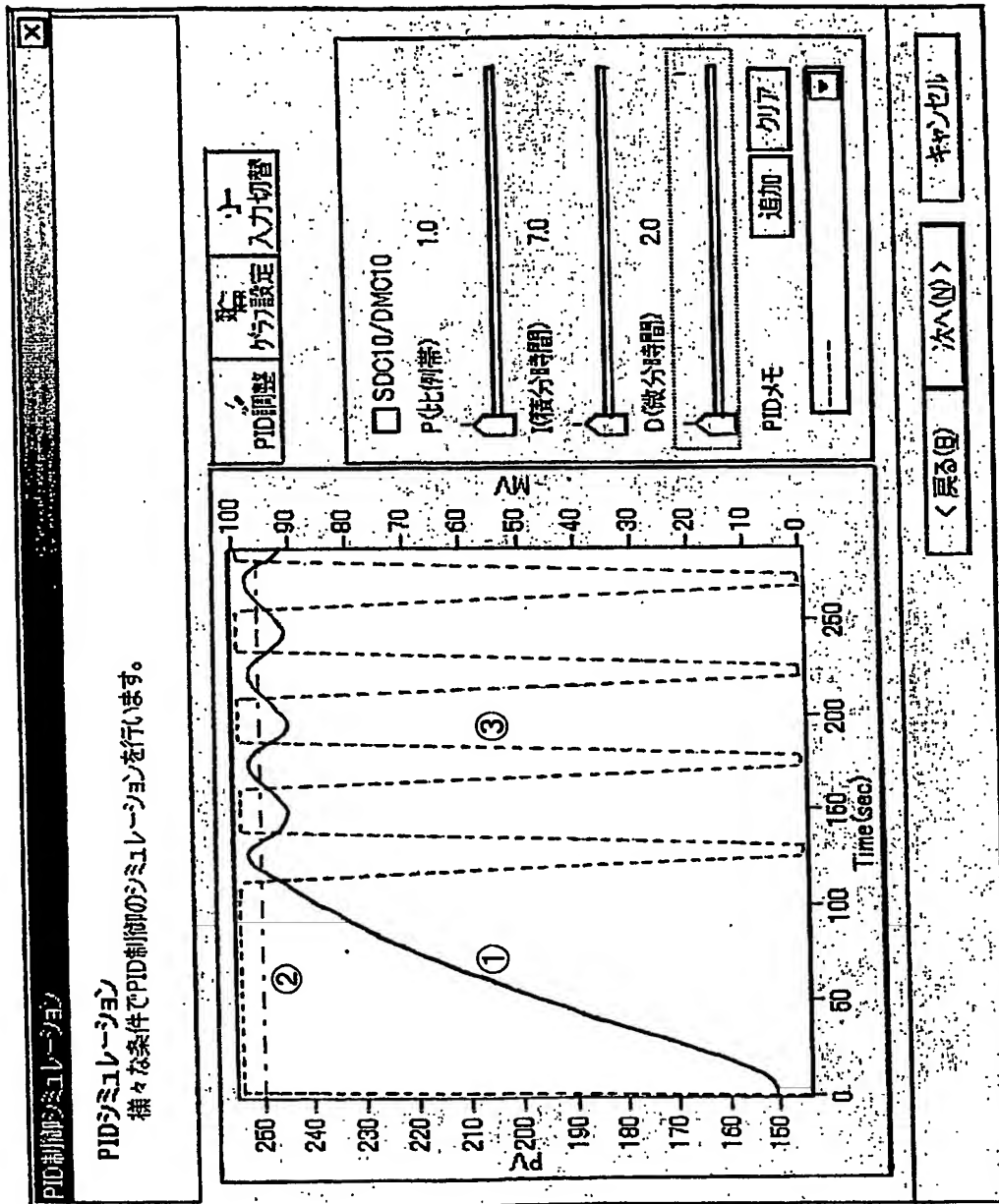
BEST AVAILABLE COPY

【図 7】



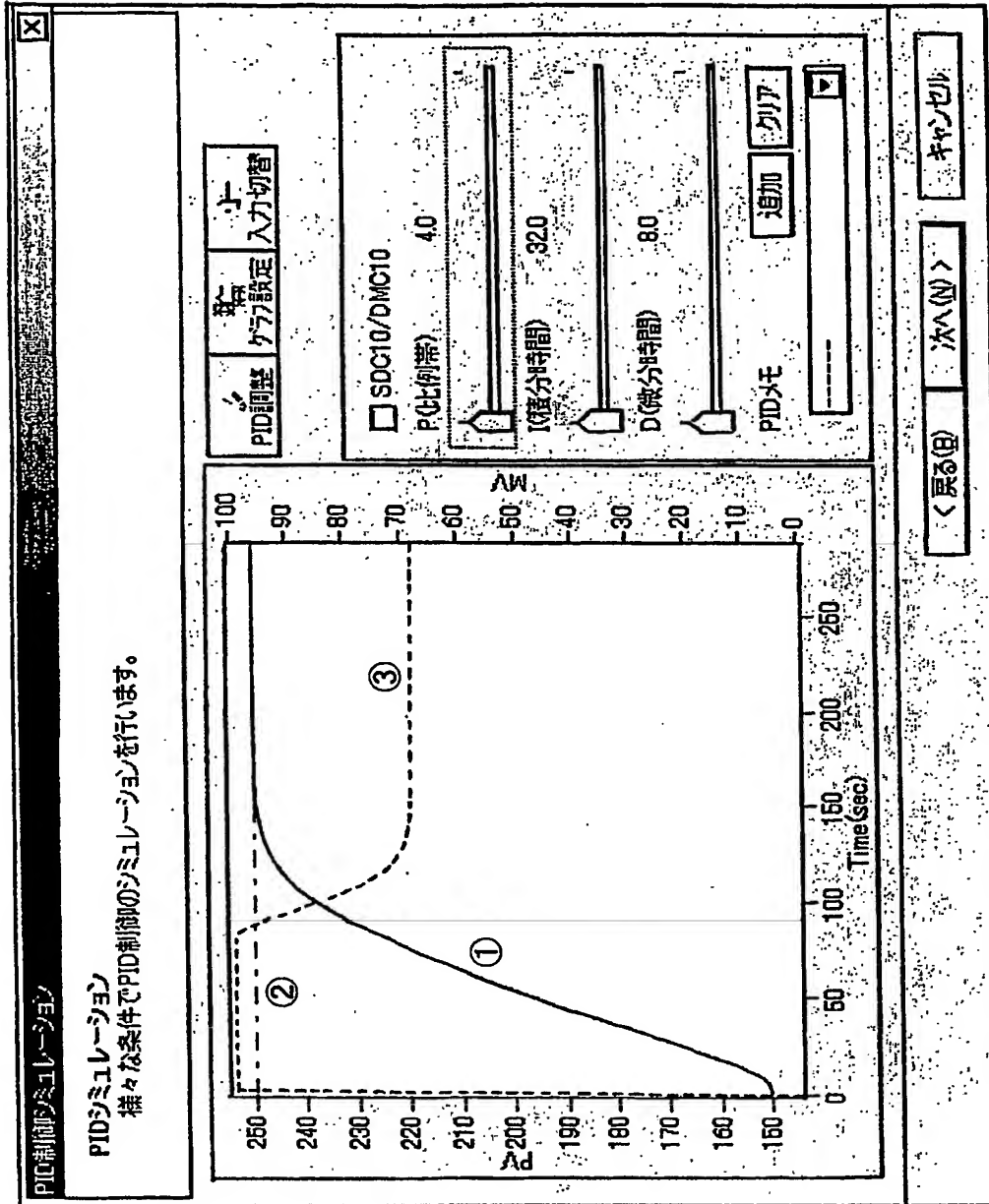
BEST AVAILABLE COPY

【図 8】



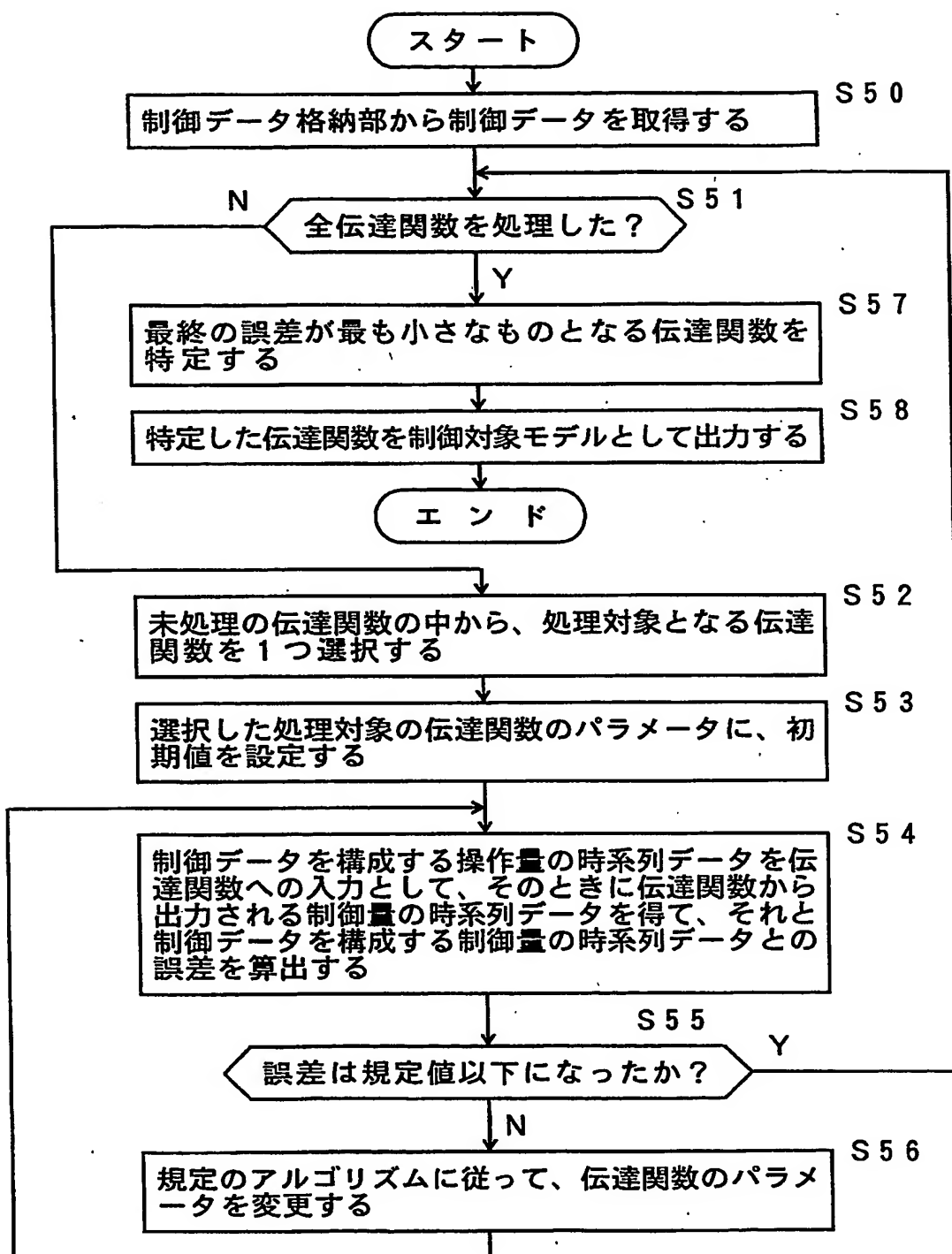
BEST AVAILABLE COPY

【図 9】



BEST AVAILABLE COPY

【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、制御対象モデルの自動生成を可能にすることで、制御パラメータの調整に精通した作業でなくとも、制御器の持つ制御パラメータを簡単に調整できるようにする技術の提供を目的とする。

【解決手段】 制御対象モデルの数学的モデルとして、ある伝達関数を想定して、制御対象へ与えられた操作量の時系列データと、それに応じて制御対象から出力された制御量の時系列データとを使って、Powell 法などのような最適化手法を用いて、その伝達関数の持つパラメータを同定することで、制御対象モデルを生成するように処理する。このようにして生成される制御対象モデルを使うことで、作業者は制御器の持つ制御パラメータを色々と調整するときに、どのような制御が行えるのかを直ちに知ることができるようになることから、制御パラメータを簡単に調整できるようになる。

【選択図】 図 1

特願 2002-192815

出願人履歴情報

識別番号

[000006666]

1. 変更年月日      1990年 8月21日  
[変更理由]      新規登録  
住 所      東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号  
氏 名      山武ハネウエル株式会社
  
2. 変更年月日      1998年 7月 1日  
[変更理由]      名称変更  
住 所      東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号  
氏 名      株式会社山武